

Семья японского журавля в питомнике Окского государственного заповедника.

Здесь и далее фото А.В.Кленовой

🕇 качкообразные изменения голоса в подростковом возрасте происходят не только у людей, но и у других млекопитающих, а также у более дальних наших родственников — птиц. Лучше других в этом отношении изучены певчие птицы, что, безусловно, связано с огромным интересом к их вокальным данным. Уже хорошо известно, в каком порядке появляются разные типы криков при развитии голоса у птенцов, как по мере взросления возникает очень изменчивая и неоформленная подпесня и, наконец, настоящая видовая песня, которую выучивают самцы (а иногда и самки) певчих птиц, копируя своих учителей — родителей и соседей [1, 2].

Вокальные особенности неворобьиных* птиц (в частности, развитие голоса у птенцов) исследованы несравненно хуже. Неплохо, хотя все равно недостаточно, изучены птицы отрядов голубе- и гусеобразных [3-5]. Наши коллеги под руководством А.В.Тихонова в 1980-е годы получили интересные данные о вокальном поведении куриных и чистиковых птиц, но в основном на ранних стадиях развития [6]. Журавлям же до недавнего времени ученые уделяли незаслуженно мало внимания: неизвестны были ни вокальный репертуар этих ярких, грациозных, а в Японии даже культовых и почти священных птиц, ни его развитие в онтогенезе.

Дело в том, что в природе записывать крики птенцов и взрослых журавлей практически невозможно, поскольку птицы эти очень осторожны и даже в охраняемых угодьях подпускают исследователя не ближе 500 м, а на таком расстоянии можно зафиксировать лишь от-



Илья Александрович Володин, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории поведения животных кафедры зоологии позвоночных Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Занимается социальным поведением млекопитающих и птиц, анализом двигательного поведения и биоакустическим мониторингом популяций.



Елена Владимировна Володина, кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела научных исследований Московского зоопарка. Область научных интересов — изучение структуры и функции звуков, механизмы звукопродукции.



Анна Викторовна Кленова, сотрудник кафедры зоологии позвоночных МГУ им. М.В.Ломоносова. Член Рабочей группы по журавлям Евразии. Занимается изучением звуковой коммуникации неворобыных птиц.

дельные особо громкие звуки. Более того, для убедительных выводов и обобщений недостаточно проанализировать несколько криков от одного-двух журавлей (это будет всего лишь описанием частных случаев). Необходимо собрать много записей голосов большого количества птиц, причем для статистической достоверности желательно получить идентичные звуки от каждой из них, а уж затем провести анализ собранных данных.

Такая возможность появилась лишь в последние годы, когда была создана сеть питомников, где разводят журавлей, прежде всего краснокнижных видов, к которым относится и японский (Grus japonensis) —

второй (после американского) по редкости вид журавлей. Даже белый журавль (стерх) встречается в природе чаще японского, численность которого уже снизилась до 2 тыс. особей и продолжает падать в основном из-за хозяйственного освоения естественных местообитаний этих птиц человеком. В питомниках Окского государственного заповедника и Московского зоопарка каждый год появляется несколько птенцов японского журавля; изучением их вокального репертуара мы и занялись.

* * *

У неворобьиных птиц разных таксономических групп взрослый голос формируется

^{* «}Неворобьиные» — не вполне научное, но широко используемое с давних пор орнитологами название всех птиц за исключением самого многочисленного (около 5700 видов) отряда воробьинообразных. — Примеч. ред.

[©] Володин И.А., Володина Е.В., Кленова А.В., 2007

по-разному. У одних из них (например, голубе- и гусеобразных) высота (точнее — частота) звуков постепенно снижается по мере взросления птенца, у других (в том числе и журавлей) — высокий птенцовый голос сохраняется на всем протяжении взросления птенца, и затем частота резко, скачкообразно падает до «взрослого» уровня. Собственно, о ломке голоса у журавлей известно уже давно. Еще в 1250 г. король Фридрих II упоминал о «мутантных» голосах у журавлей. В 1927 г. немецкий орнитолог О.Хейнрот описал звуки, издаваемые птенцом серого журавля, голос которого в восьмимесячном возрасте начал срываться — то был пищащим, то похожим на звук барабана [7]. Впоследствии ломку голоса у журавлей отмечали и другие авторы, однако подробного количественного и качественного описания этого явления ни для одного из видов так и не сделано.

Чтобы понять, в чем же заключается и как происходит ломка голоса у журавлей, необходимо было прежде всего изучить процесс формирования голоса птенца на всех стадиях развития — от вылупления из яйца до возраста, когда голос начинает ломаться. Для этого предстояло спланировать исследование и в первую очередь решить, в каком возрасте птенцов и с какими временными промежутками нужно записывать звуки для последующего анализа. Если неверно выбрать промежутки для записей, то можно пропустить самые важные, переломные моменты развития голоса: ведь было совершенно неизвестно, в каком именно возрасте звуки начинают меняться и когда эти изменения ускоряются либо замедляются.

Мы записывали звуки птенца японского журавля в течение 9.5 месяцев, разбив весь цикл взросления на десять временных периодов: I — первые четыре дня жизни, II—VI — следую-

щие 50 дней, по 10 дней в каждом, VII — еще 30 дней, VIII и IX — по 60 дней, X — еще 80 дней. В первый возрастной период птенцы были еще относительно малоподвижны и не отходили далеко от гнезда, со второго по седьмой - они уже активно перемещались за родителями по вольере, а к восьмому-девятому периоду птенцы доросли до родителей и научились летать. Десятый же период совпадал с сезоном осенних миграций диких японских журавлей.

В исследование мы включили 17 птенцов японского журавля (5 самцов и 12 самок), 14 из них были выращены собственными родителями или приемными родителями того же вида, а три воспитаны людьми. Поверьте, найти для исследования такое количество птенцов японского журавля за два года — дело уже практически невероятное по сложности, однако, приступая к работе, даже мы не ожидали, с каким количеством «подводных камней» столкнемся при сборе материала, т.е. при проведении записей звуков.

Во-первых, звуки птенцов были очень тихими, на расстоянии буквально еле слышными. Это было для нас неожиданно, поскольку в питомнике Окского заповедника мы уже записывали голоса птенцов другого вида журавлей — стерха, которые были громкими и четкими. Однако все исследованные стершата воспитывались людьми, и звуки, которые они издавали, были записаны в непосредственной близости от них. Птенцы же японского журавля и сами по себе кричат гораздо тише, а, кроме того, родители стараются сразу же подальше увести их от предполагаемой опасности человека с магнитофоном.

Непредсказуемость вокальной активности журавлят была еще одной непростой проблемой. Ведь для того чтобы составить полную картину вокального развития, звуки птенцов должны были быть записаны

«по расписанию», т.е. с регулярными интервалами. Если же вдруг какой-нибудь птенец капризничал и отказывался кричать, в выборке данных образовывалась «дырка», что очень осложняло применение статистических тестов. Кроме того, многих птенцов отделяли от родителей для выпуска в природу или отправки в другие зоопарки и питомники уже в возрасте трех-четырех месяцев. Запись этих птенцов вынужденно прерывалась, хотя расписание сбора криков должно было охватить период до 9.5-месячного возраста. Некоторых птенцов, правда, удавалось «подхватить» уже на новом месте жительства, в других зоопарках.

В результате после немалых затраченных усилий и иногда очень обидных разочарований был получен очень ценный материал, позволивший многое узнать про таинственную ломку голоса. Наконец-то были выяснены в деталях, шаг за шагом, все этапы вокального развития у японского журавля. Прежде всего, мы сосредоточились на тех структурных изменениях, которые происходят со звуками в процессе взросления. В большинстве более ранних исследований авторы, как правило, не уделяли внимания структуре самих криков, а описывали ситуации, в которых они издаются (к примеру, контактный крик, сторожевой крик, крик выпрашивания пищи, крик стресса). Это создавало путаницу, поскольку одни и те же типы криков могли издаваться в разных ситуациях, и наоборот, разные типы криков — в одной и той же ситуации. Однако все исследователи сходились в одном: у птенцов журавлей есть два основных структурных типа криков — писки и трели.

Действительно, в репертуаре птенцов японского журавля мы обнаружили и писки, и трели, но они представляли собой не два различных типа, а скорее два полюса, между которыми встречались промежуточные ва-

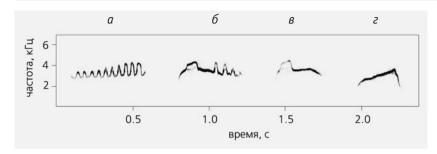


Рис.1. Спектрограммы писков, трелей и звуков переходной структуры в репертуаре маленьких птенцов японского журавля. a — трель, b — писк типа «голова-хвост», b — писк в виде перевернутой галочки.

рианты всевозможных пискотрелей (рис.1).

Писки тоже оказались неодинаковыми. На спектрограмме в контуре одного из вариантов писков четко выделялись «голова» и «хвост», а контур другого имел вид «перевернутой галочки». Оба варианта писков отличались не только по структуре:

оказалось, что первый тип звуков птенцы издают в спокойной обстановке, а второй — в ситуациях дискомфорта, например, во время отлова для взвешивания и ветеринарных процедур.

Чтобы посмотреть, каких звуков больше встречается в разных возрастах, мы проанализировали около двух сотен

звуков, издаваемых каждым из 17 птенцов в каждом возрастном периоде (суммарно более 24 тыс. звуков!). Кроме того, для трелей и наиболее распространенных писков типа «голова-хвост» мы также измерили разные структурные параметры, для того чтобы проследить их изменения в онтогенезе. Некоторые параметры были общими для всех типов (к примеру, длительность крика), а некоторые (к примеру, расстояние между пульсами) можно было померить только в трелях.

Проведенный анализ показал, в какой последовательности и как изменяются писки и трели с возрастом птенца (рис.2). Больше всего трелей (треть от общего числа криков) птенцы издавали в первые четыре дня жизни, затем их доля сокращалась и составляла всего лишь десятую часть всех криков. В тре-

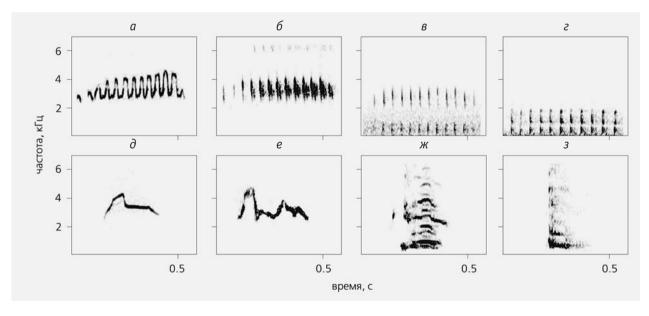


Рис.2. Спектрограммы звуков, издаваемых птенцами японского журавля на разных стадиях развития. Формирование голоса взрослых журавлей из писков и трелей птенца идет через этап ломки голоса, который проходят и самцы, и самки этого вида. Верхний ряд — основные стадии развития рокота взрослого японского журавля из птенцовой трели. a — трель с колоколообразными пульсами, характерная для младших возрастов; b — трель со штриховидными пульсами, характерная для подростков; b — двойная трель во время ломки голоса, b еще сохраняющейся высокочастотной птенцовой трелью и уже появившимся взрослым рокотом; b — низкочастотный рокот взрослого японского журавля. Нижний ряд — основные стадии развития звука «яп» японского журавля из птенцового писка. b — писк b с контуром типа «голова-хвост», характерный для младших возрастов; b — писк b многочисленными волнами на «хвосте», характерный для подростков в период обучения полету; b — звук сложной структуры, характерный для стадии ломки голоса: «голова» становится еле видной, однако «хвост» высокочастотного птенцового писка становится более интенсивным, и к нему добавляется вторая низкая частота; b — звук «яп», характерный для вокального репертуара взрослых журавлей, высокая птенцовая частота в этом звуке отсутствует.

ПРИРОДА • № 2 • 2007

лях пульсы могли либо сливаться между собой, либо разделялись паузами. Оказалось, что расстояние между пульсами практически не менялось от крика к крику, от птицы к птице и не зависело от возраста. Однако форма пульсов, колоколообразная в ранних возрастах, становилась по мере взросления птенца все более штриховидной. Росло с возрастом и число разрывов между пульсами, так что в старших возрастах все пульсы уже были разделены паузами. Наконец, под еще сохраняющейся высокочастотной птенцовой трелью появлялась низкочастотная взрослая трель раздваивалась. Это и означало, что наступила ломка голоса. Дальше по мере взросления высокая птенцовая трель исчезала и оставалась только низкочастотная взрослая. Так из трелей птенцов возникали рокочущие крики взрослых японских журавлей.

Что же касается писков, то выявленные на спектрограммах писки с контуром в виде перевернутой галочки составляли примерно пятую часть всех криков в течение первых трех месяцев жизни. Затем их количество резко падало, и во взрослом репертуаре японских журавлей от этих писков не оставалось и следа.

Картина развития писков «ГОЛОВА-ХВОСТ» ОКАЗАЛАСЬ СЛОЖнее, а судьба - счастливее (см. рис.2). У совсем юных журавлят они тоже составляли примерно пятую часть, а в репертуаре повзрослевших птиц стали преобладать. В начале онтогенеза у этих писков был плоский «хвост», затем на нем могли возникнуть одна или несколько волн, высотой иногда превышающих «голову». Потом «голова» становилась еле видимой и вскоре исчезала совсем, при этом «хвост» сохранялся и усиливался. Звук становился очень громким. Эти крики подростки часто издавали сериями, забравшись на горку и приглашая родителей с ними полетать.

После этого обычно следовал совместный с родителями тренировочный полет по вольере. Самое интересное, что, в отличие от писков «голова-хвост», которые издавали птенцы в ранних возрастах, эти крики приобретали четкий индивидуальный рисунок, по которому можно было надежно определить, кому принадлежит звук. Поскольку в природе в это время семьи оставляют свои гнездовые территории и формируют предотлетные скопления, в которых члены разных семей могут перемешиваться между собой, то такие ярко выраженные индивидуальные признаки, видимо, должны помогать родителям узнавать своих птенцов среди многих других.

Как и в трелях, в писках «голова-хвост» почти взрослых журавлят мы заметили признаки ломки голоса — под высоким птенцовым писком появлялся интенсивный низкий звук, и крик становился двойным. Птенцовый писк затем пропадал, и оставалась только низкочастотная часть - характерный громкий односложный крик японских журавлей. Между собой в «рабочем» порядке мы называем его «яп», что очень точно передает этот резкий короткий звук.

Хотя ломка голоса у всех птенцов всегда приводила к одинаковому, характерному для вида крику взрослых журавлей, пути достижения этого результата были различными. У разных птенцов на разных этапах ломки голоса относительная выраженность высокой и низкой частот сильно отличалась. Некоторые птенцы практически сразу теряли высокую частоту, и она оставалась в крике в виде едва заметного следа, у других же под высокой птенцовой частотой постепенно формировалась низкая взрослая. Были и другие многочисленные различия. Примечательно, что нечто подобное происходит при формировании речи у маленьких детей: некоторые из них сосредотачиваются

на многократных повторениях одних и тех же слов, а другие сразу используют короткие фразы, которые, правда, поначалу звучат невнятно, но постепенно становятся все более четкими. Вскоре и те, и другие начинают бегло говорить на родном языке, и, что интересно, выбор стиля обучения языку зависит только от самого ребенка, а не от его родителей [8].

* * *

Почему же формирование голоса у японского журавля происходит в результате ломки голоса, а не постепенного снижения его частоты, и как это соотносится с физическим развитием птенцов? По данным сотрудников Окского заповедника (К.А.Постельных и Т.А.Кашенцевой), масса тела появившегося на свет журавленка этого вида составляет в среднем всего 150 г, а в возрасте трех с половиной месяцев, когда рост тела практически завершается, 7.32 кг [9] (рис.3). Незадолго до этого, в трехмесячном возрасте, у японского журавля, как у канадского и некоторых других видов, заканчивается формирование изгибов трахеи - так называемого трахеального удлинения. К этому времени трахея вырастает настолько большой, что не может оставаться прямой, и укладывается внутри грудины в виде петли. Длину одной такой полностью сформировавшейся трахеи мы измерили у погибшей после несчастного случая четырехмесячной самки — она составила 84 см, что примерно вдвое превышало длину шеи птицы.

Однако такие значительные изменения в размерах тела и трахеи и параллельные изменения в размерах звукопроизводящего аппарата никак не сочетались с ломкой голоса, которая наступала значительно позднее. Вероятно, объяснение следовало искать не в особенностях физического развития японских журавлей, а в биологии этого вида. Поэтому мы попытались





Рис.3. Весной птенец японского журавля весит всего 150 г, а к зиме он уже размером с взрослого журавля.

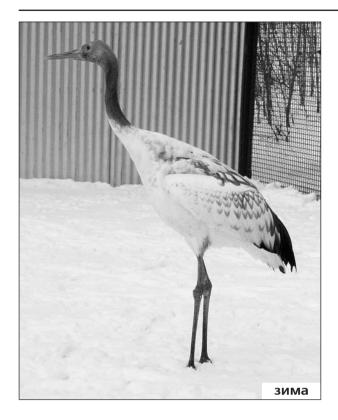
выделить те биологически важные стадии развития, с которыми потенциально могли быть связаны изменения в голосе птенца.

Японский журавль обычно производит на свет одного-двух птенцов, которые покидают гнездо пару дней спустя. О птенцах заботятся оба родителя, практически не оставляя их ни на минуту. Семейная связь между родителями и птенцами сохраняется до 8-9-месячного возраста, и ее разрыв происходит уже на зимовках, перед началом нового сезона размножения. Следовательно, вокальное развитие птенцов японского журавля захватывает несколько стадий: перемещения с родителями по большой семейной территории, обучение полету, образование стай для отлета на зимовку, осенний перелет и собственно зимовка. Все это время родители опекают птенцов, пищащих на высокой птенцовой частоте, даже тогда, когда те давно уже превратились из маленьких пушистых комочков в птиц размером с взрослого журавля. И только в конце зимы родители прогоняют выросших птенцов, что примерно совпадает по времени с резким падением высоты криков и формированием взрослого вокального репертуара, т.е. с ломкой голоса.

Однако в неволе все происходит иначе, чем в природе, у разных птенцов голос меняется в возрасте от 5 до 11 месяцев. В чем же здесь дело? И здесь мы вспомнили об отправляемых в другие зоопарки журавлятах: у многих из них голос начинал ломаться в первые же недели после разлуки с родителями! А в таком случае, не может ли ломка голоса быть связана с выходом из-под родительской опеки и приобретением самостоятельности у журавля-подростка? Повидимому, сохраняющийся у подростков высокий птенцовый писк — это признак инфантильности, и пока родители слышат писк птенца, они воспринимают его маленьким, нуждающимся

в заботе. Этими писками подросток выпрашивает у родителей пищу, хотя давно уже способен добывать ее сам. Сохраняющиеся инфантильные крики могут быть важны также для снижения агрессии к подростку со стороны неродственных журавлей, что особенно важно во время миграций и на зимовках, когда подростки должны жить в общих стаях. Такие стаи могут включать десятки и даже сотни птиц, причем не только своего вида журавлей. Когда же птенцовый писк становится ненужным, он исчезает чрезвычайно быстро, в течение двух-четырех недель, и появляется низкая взрослая частота голоса. Некоторое время высокий писк и вновь возникший взрослый голос сосуществуют вместе, приводя к появлению в репертуаре птенца причудливых звуков — писклявых или гнусавых. Затем писк исчезает и остаются только взрослые звуки — рокот и япы.

Однако до сих пор непонятно, как изрядно потолстевшие





вокальные мембраны повзрослевшего птенца сохраняют способность производить высокочастотный птенцовый звук (это все равно как пытаться на гитаре воспроизвести высокий звук с помощью не тонкой, а толстой струны). Неизвестно, как и когда развиваются другие взрослые крики японских журавлей – тревожные сторожевые крики и брачные дуэты.

Есть ли у этих звуков журавлей какие-либо предшественники в более ранних возрастах? Для того чтобы ответить на эти вопросы, нужно посмотреть, а что же происходит с голосом журавленка дальше, когда уже пройден этап ломки голоса. Ведь на ломке голоса процесс вокального развития не заканчивается. Впереди у молодого журавля еще долгий период

взросления, поиск брачного партнера, формирование пары, выбор и охрана территории для размножения, обучение слаженно кричать семейным дуэтом. Когда же появятся свои птенцы, он должен будет научиться общаться с ними, что играет огромную роль в выживании потомства. Все это еще предстоит выяснить в дальнейших исследованиях...

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 06-04-48400.

Литература

- 1. *Marler P.J.* // Comparative Physiology and Psychology. 1970. V.71. P.1—25.
- 2. $Nottebohm\ F.\ //\ J.\ Experimental\ Zoology.\ 1972.\ V.179.\ P.35-49.$
- 3. *Ballintijn M.R., Cate C.ten //* Behaviour. 1997. V.134. P.595—621.
- 4. *Thoren B.ten, Bergmann H.* // J. Ornithology. 1987. V.128. P. 181—207.
- 5. *Würdinger I.* // Z. Tierpsychology. 1970. V.27. P. 257—302.
- 6. Тихонов А.В. Акустическая сигнализация и экология поведения птиц. М., 1986.
- 7. Heinroth O., Heinroth M. // Die Vögel Mitteleuropas. Bd.III. Berlin, 1927.
- 8. Menn L., Stoel-Gammon C. // The Development of Language / Ed. J.B.Gleason. Boston, 2001. P.70—124.
- 9. *Постельных К.А., Кашенцева Т.А.* // Труды Окского заповедника. Рязань, 2005. Т.24. С.259—272.